

BUSŁOWSKA Eugenia<sup>1</sup>  
 POSKROBKO Jakub<sup>2</sup>

## System informatyczny do optymalizacji wykorzystania zasobów miejsc parkingowych

System informatyczny,  
 optymalizacja,  
 monitoring

### Streszczenie

Artykuł prezentuje sposób rozwiązania problemu nadzorowania zajętości miejsc parkingowych dowolnej instytucji. Dysponując bardzo dużą liczbą miejsc parkingowych nie jesteśmy w stanie określić, czy w danym momencie są jeszcze wolne miejsca i gdzie one są, czy już ich nie ma. Nie wiemy ile osób korzysta z parkingu i czy są to osoby uprawnione do korzystania z niego, czy też przypadkowe osoby. Może się okazać, że parking w określonych godzinach pracy jest pusty. Zrealizowana aplikacja internetowa pozwala na całkowitą kontrolę pojazdów wjeżdżających oraz opuszczających parking. Niepodważalną zaletą jest również brak możliwości przepełnienia parkingu, ponieważ w przypadku braku dostępnych miejsc parkingowych system nie pozwoli na wjazd kolejnego pojazdu. Daje też możliwość sprawdzenia stanu zajętości w dowolnym momencie.

### INFORMATICS SYSTEM TO OPTIMIZE PARKING SPACES RESOURCES UTILIZATION

### Abstract

This article presents a solution of the problem of parking occupancy monitoring of any institution. Having a large number of parking spaces we are not able to determine whether if there are still places available and where they are. We do not know how many people use a car park they are persons entitled to use it. You may find at certain hours of work car park is currently empty. An online application allows complete control of vehicles entering and leaving a car park. Unquestionable advantage is the lack of overflow possibility on car park because occur of absence of available parking places system will not allow to entry any vehicle. It is possible to check the status of car park lots occupancy at any time.

### 1. WSTĘP

Wzrastająca z roku na rok liczba samochodów, przy kurczących się obszarach przeznaczanych na miejsca parkingowe, potęguje problem parkowania aut, zwłaszcza w dużych miastach. Wiele firm lub urzędów ma swoje parkingi, ale na większości z nich obowiązuje zasada, kto pierwszy, ten lepszy. Najmniejsze szanse na zaparkowanie swoich aut mają zazwyczaj petenci. Rosnąca ilość aut nie może paraliżować pracy firm czy urzędów, dlatego wprowadza się bardziej restrykcyjne zasady uprawniające do parkowania w tych miejscach. Wprowadzone są płatne strefy parkowania, właśnie dlatego, żeby dać szansę na zaparkowanie klientom lub osobom odwiedzającym centrum miasta. Często pojawiają się barierki i automaty z koniecznością wykupienia biletu postojowego, który niestety nie zawsze zapewnia znalezienie wolnego miejsca na parkingu. Szuka się również nowych rozwiązań w postaci różnego rodzaju urządzeń elektronicznych. Na rynku powszechnie funkcjonują, zwłaszcza na parkingach w centrum miast, tablice LED podające liczbę wolnych miejsc postojowych [1, 2].

Duże centra handlowe miejsca parkingowe budują w podziemiach swoich budynków. Na większości bardzo dużych lub umiejscowionych na różnych poziomach parkingach, wjeżdżający kierowca nie jest w stanie szybko określić, czy jest jeszcze dostępne i gdzie jest wolne miejsce. Niezbędne jest, więc dążenie do zaoszczędzenia czasu i poprawy komfortu właścicieli pojazdów bezskutecznie próbujących znaleźć wolne miejsce. Już nie wystarcza podział parkingu na sektory i wyrysowanie obszarów parkowania. Problem określenia stopnia zajętości parkingu staje się coraz bardziej powszechny. Powoduje konieczność optymalnego dysponowania miejscem parkingowym. Szukanie rozwiązań usprawniających tę dyspozycję jest, więc współczesnym wyzwaniem logistyki transportu miejskiego.

Miarą poziomu nowoczesności gospodarowania jest innowacyjność, której celem jest poszukiwanie nowych rozwiązań, niosących ze sobą udogodnienia dla człowieka. Wszelkie innowacje, postęp naukowo-techniczny oraz rozwój koncepcji logistycznych są ważnym czynnikiem wzrostu metod optymalnego gospodarowania zasobami parkingowymi. Wspomaganie informatyczne w postaci systemów sygnalizacji zajętości parkingu nie jest jeszcze dobrze rozwinięte i w tej dziedzinie są pokładane duże nadzieje. Jedynie niewielka grupa firm informatycznych w Polsce zajmuje się dystrybucją oprogramowania i urządzeń bezpośrednio związanych z parkingami samochodowymi. Internetowe systemy monitorowania parkingu samochodowego nie są produktem powszechnie dostępnym na rynku. Jedynie kilka firm

<sup>1</sup> Politechnika Białostocka, Wydział Informatyki, 15-351 Białystok, ul Wiejska 45a, Tel. +48 85 746 90 50, E-mail: e.buslowska@pb.edu.pl

<sup>2</sup> Student Politechniki Białostockiej, Wydział Informatyki, 15-351 Białystok, ul Wiejska 45a, Tel. +48 85 746 90 50

w Polsce w swojej ofercie posiadają systemy monitorowania zajętości parkingu, między innymi firmy Szymkowiak i Elitel sp. z o.o. [3, 4].

Firma Szymkowiak oferuje aplikację desktopową zajętości i nawigacji wizualnej z sygnalizacją dźwiękową na parkingu. Główne zadania systemu to:

- kontrolowanie miejsc parkingowych pod kątem ich zajętości, realizowane za pomocą czujników pozycji,
- informowanie użytkowników parkingu o zajętości wybranego miejsca sygnalizatorami pozycji zamontowanymi bezpośrednio nad miejscem parkingowym,
- wyświetlanie informacji o liczbie wolnych miejsc na danym parkingu lub alejce na tablicy świetlnej,
- wizualizacja parkingu wraz z modułem statystycznym.

Na podkreślenie zasługuje bardzo duża czytelność i prostota aplikacji, co jest wymogiem w przypadku odbiorcy bez przygotowania informatycznego. W przypadku zatrudniania większej liczby osób obsługujących system, istnieje możliwość tworzenia nowych kont pracowników. Dla każdego indywidualnego konta można przydzielić odpowiednie uprawnienia. Jest również opcja generowania statystyk parkingu w formie tablic. Statystyki w postaci wykresów kołowych podają sumę miejsc parkingowych z wszystkich poziomów parkingu, miejsca wolne i zajęte oraz poziom zajętości. Dużym atutem aplikacji jest możliwość wyboru przeglądania parkingu przy pomocy mapy 2D oraz 3D. Przeglądanie mapy w 3D jest bez wątpienia cechą wyróżniającą tę aplikację na tle innych [3].

Firma Elitel Sp. z o.o. jest twórcą aplikacji desktopowej monitorującej zajętość parkingu, pod nazwą Vipark. Na system składają się następujące elementy:

- system monitorujący, działający na komputerze klasy PC,
- świetlne sygnalizatory, informujące o zajętości miejsc parkingowych,
- wyświetlacze LED, podające statystyki zajętości.

System jest przeznaczony zarówno dla obsługi parkingu oraz dla użytkowników, którym ułatwia znalezienie wolnego miejsca. System może być wdrożony na parkingach podziemnych oraz wielopoziomowych. Każde miejsce parkingowe jest wyposażone w sygnalizator świetlny informujący o stanie wybranego miejsca parkingowego (wolne/zajęte).

Aplikacja generuje również statystyki, przedstawiające liczbę zajętych oraz wolnych miejsc. Dodatkowo aplikacja posiada mapę ilustrującą parking z symbolicznym oznaczeniem miejsc. Zaletą programu jest ujęcie na mapie miejsc dla osób niepełnosprawnych oraz historię wybranych obszarów parkingu. Program posiada intuicyjny oraz prosty interfejs [4].

## 2. OBSŁUGA PARKINGU – ANALIZA WYMAGAŃ

Wiele małych i średnich firm posiada swoje parkingi. Wiele z nich jest wykorzystywanych w sposób nie optymalny, co wiąże się z jednej strony z brakiem wolnych miejsc w danym momencie i dużą liczbą wolnych miejsc w określonych godzinach dnia roboczego lub dniach. Odpowiednie rozlokowanie pojazdów, poprzez przypisanie im konkretnego miejsca, znacznie skraca czas szukania wolnego miejsca. W przypadku choroby lub wyjazdu służbowego pracownika, jego miejsce powinno być udostępnione innemu pracownikowi. Aby ułatwić zarządzanie parkingiem można wykorzystać system informatyczny, który pozwoli na skatalogowanie uprawnionych do parkowania pojazdów, zapisanie miejsca jego umiejscowienia i posiadanej liczby wolnych miejsc. System powinien umożliwiać także podstawowy „obrot” miejscami oraz ewentualnie może być powiązany z innymi systemami np. dyżurów pracowników.

Tego typu systemy można kupić gotowe, godząc się na istniejące komercyjne rozwiązanie o ograniczonych możliwościach dostosowywania do szczególnych wymagań, zamówić szczególną adaptację systemu informatycznego opartego na bazie „szkieletu” gotowego rozwiązania, bądź też zlecić opracowanie całkowicie nowego systemu na miarę. Nie ma przy tym prostej odpowiedzi na pytanie, który wariant wybrać. Zazwyczaj decyzję podejmuje się na bazie niejasnych przesłanek i obciążonych sporą niepewnością szacunków ekonomicznych, które uwzględniają cenę samego systemu, koszt jego wdrożenia oraz koszty eksploatacji przy założeniu określonego czasu jej trwania.

By określić podstawowe wymagania odnośnie systemu informatycznego wspomagającego optymalne zarządzanie miejscami parkingowymi należy rozważyć szereg kwestii:

- liczba zarządzanych parkingów i szczegółowość oraz elastyczność opisu ich przestrzeni parkowania (inne wymagania są dla parkingu przyzakładowego, a inne dla galerii handlowej),
  - należy określić na wstępie, czy system będzie obsługiwać tylko jeden parking, czy też istnieje potrzeba obsługi więcej niż jednego parkingu,
  - można rozważyć bardzo elastyczne i szczegółowe rozwiązanie, że parking składa się z określonej liczby miejsc,
  - parking może mieć kilka poziomów z wyznaczonymi zarezerwowanymi miejscami,
  - można określić topologię parkingu z graficzną interpretacją,
  - można stworzyć nowy parking w systemie oraz edytować już istniejący,
  - można dodawać lub usuwać poziomy parking,
  - można obracać wybrane miejsca o 45, 90 lub 135 stopni, co pozwala na stworzenie każdego popularnego ułożenia stanowisk na parking,
- wspomaganie przydzielania miejsc parkingowych z aktualizacją jego stanu,
  - można założyć przykładowo, że wjazd jest dla wszystkich zarówno dla pracowników jak i klientów,
  - można zastosować sygnalizację liczby wolnych miejsc,

- można ustawić bramkę z koniecznością wykupienia biletu wjazdu,
- można zastosować bezstykowe karty wjazdowe i czytnik tych kart,
- każdy pojazd można przypisać do konkretnego miejsca lub też założyć, że jeśli jest wolne miejsce to może je zająć,
- każdy wjazd i wyjazd z parkingu jest rejestrowany przez system,
- lokalizacja pojazdu powinna być powiązana z typem pojazdu (np. szczególne traktowanie, uprawniony, gość itp.),
- zarządzanie informacjami o wjazdach i wyjazdach pojazdów można realizować:
  - tworząc pełną historię operacji, wraz z zajęтым lub zwolnionym miejscem oraz dokładną godziną i datą operacji,
  - wyszukując informacje,
  - aktualizując informacje,
- implementacja ról i indywidualnych uprawnień pracowników,
  - każdy pracownik posiada swoje indywidualne konto służące do pracy z systemem,
  - system może pozwalać definiować role pracowników zdefiniowane przez definiowalne zestawy uprawnień,
  - oprócz ról może istnieć możliwość nadawania dodatkowych indywidualnych uprawnień,
  - poziom szczegółowości uprawnień – do poszczególnych modułów systemu, do funkcji, do dokumentów,
  - wbudowana rola administratora służąca do definiowania ról i nadawania ich pracownikom, jak również udzielanie im dodatkowych uprawnień, przypisywania pracowników do parkingów i innych zadań, które nie powinny być delegowane na pracowników parkingu,
- budowa interfejsu użytkownika systemu,
  - możliwości personalizacji i ich zakres,
  - powiązanie interfejsu z rolami i uprawnieniami użytkownika,
  - określenie rozmieszczenia, sposobu prezentacji oraz ilości informacji wyświetlanych na ekranie podczas pracy z poszczególnymi modułami/funkcjami systemu,
  - skróty klawiszowe – wbudowane oraz możliwości definiowania własnych skrótów użytkownika,
- funkcje administracyjne i bezpieczeństwa,
  - archiwizacja i odtwarzanie stanu bazy danych,
  - mechanizmy weryfikacji spójności danych,
  - mechanizmy oczyszczania bazy danych (usuwanie parkingów, usuwanie poziomów, usuwanie przydziałów miejsc dla konkretnych pojazdów),
  - logowanie operacji realizowanych przez pracowników oraz szczególnych operacji wyszukiwania,
  - analiza logów pod kątem operacji pracowników lub wykonywanych operacji.

Listy powyższej nie należy traktować, jako sztywnej i zamkniętej. Powinna ona być bardziej inspiracją do przeanalizowania szczegółowych oczekiwań odnośnie systemu wspomagającego zarządzania parkingiem. Może także pomóc w ocenie ekonomicznej przez zderzenie korzyści z implementacji określonej funkcjonalności z jej ceną i kosztami utrzymania.

### 3. OPIS SYSTEMU

Proponowany system do optymalizacji wykorzystania miejsc parkingowych składa się z dwóch jednakowo istotnych części, które posiadają powiązane ze sobą interfejsy. Pierwszym elementem jest aplikacja internetowa służąca do zarządzania wszystkimi poziomami parkingów samochodowych oraz przeglądania statystyk dotyczących ruchu pojazdów. Aplikacja internetowa udostępnia niezbędny do prawidłowego działania interfejs drugiej części aplikacji [5].

Drugą część stanowi rozwiązanie sprzętowe, zrealizowane na płytce prototypowej z układem ATmega, która została wyposażona w moduł sieciowy zapewniający łączność z komputerem oraz czytnik kart, niezbędny do monitorowania ruchu pojazdów oraz pojedynczych wjazdów i wyjazdów z parkingu. Oba elementy aplikacji komunikują się ze sobą poprzez sieć Ethernet i stanowią niepodzielną całość. Może się zdarzyć, że parking jest bardzo duży i odległość pomiędzy mikrokontrolerem a komputerem z zainstalowaną aplikacją internetową jest bardzo duża, wówczas istnieje opcjonalnie możliwość skonfigurowania układu do współpracy z routerem WiFi. Jedynym warunkiem realizacji połączenia przez WiFi jest zapewnienie dostępu do Internetu zarówno dla mikrokontrolera jak i komputera z pozostałą częścią aplikacji.

#### 3.1 Realizacja sprzętowa

W realizacji sprzętowej części aplikacji wykorzystano popularny układ ATmega32 firmy Atmel z wbudowaną 32 kB pamięcią flash oraz 2 kB pamięcią operacyjną SRAM. Taktowanie układu odbywa się wewnętrznym zegarem o częstotliwości 8 MHz. Mikrokontroler jest zasilany napięciem o wartości 5V [6, 7].

Z układem hardwarowym współpracują następujące układy peryferyjne: moduł czytnika kart RFID wraz z anteną odbiorczą, karta sieciowa Ethernet ENC28J60 oraz wyświetlacz alfanumeryczny LCD 2 x 16 (2 linie po 16 znaków w linii) z podświetleniem LED zgodny ze standardem HD44780 [5].

Zastosowany czytnik jest w stanie czytywać karty wykonane w standardzie UNIQUE, najszerszym stosowanym systemem kart RFID. Karty w tym systemie, pracujące na częstotliwości 125 kHz, są wyposażone w unikalny, nadawany fabrycznie numer, który jest jednocześnie identyfikatorem karty w systemie. Czytnik w standardzie UNIQUE pozwala jedynie na

odczyt stałego numeru seryjnego karty. Po zbliżeniu do czytnika karty RFID lub breloka RFID, przy wykorzystaniu indukcji elektromagnetycznej, następuje odczyt informacji zawartych na karcie, która dzięki temu nie musi być umieszczona bezpośrednio w urządzeniu. Operacja jest potwierdzana sygnałem dźwiękowym i zapaleniem diody LED. Czytnik przesyła odebrane przez antenę dane przez port USART do mikrokontrolera, gdzie następuje weryfikacja odebranych przez czytnik kart danych. Wymiana informacji odbywa się za pomocą ramki, w tym wypadku 16 bajtowej.

Struktura ramki jest następująca:

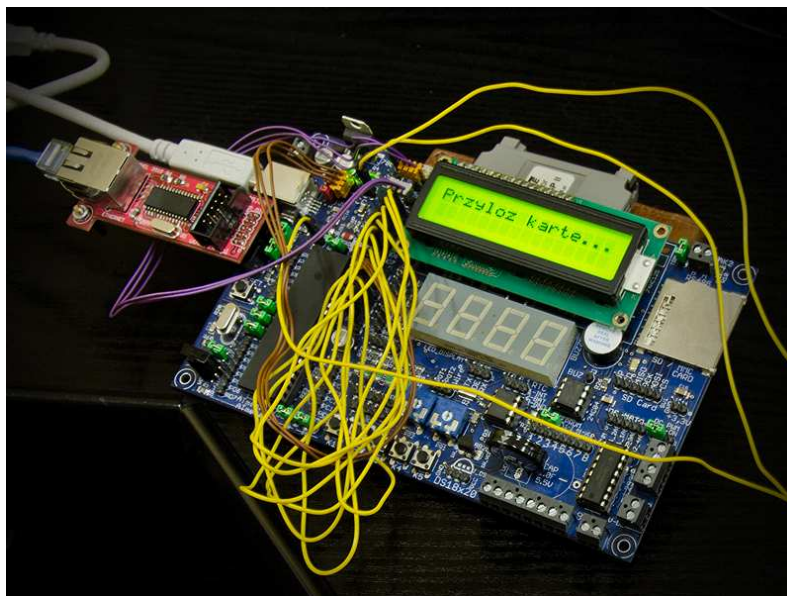
- pierwszy i ostatni bajt ramki ma wartość 0x7E (szesnastkowo) – wyznacza początek i koniec ramki z przesyłanymi danymi,
- drugi i trzeci bajt – mają zapisany adres czytnika i standardowo każdy z bajtów ma wartość 0x01,
- czwarty i piąty bajt – przechowują kod przesyłanej informacji i standardowo każdy z bajtów jest o wartości 0xC1,
- bajty od szóstego do dziesiątego – przechowują odczytany kod identyfikatora, najbardziej znaczącym bajtem jest bajt szósty, natomiast najmniej znaczącym bajtem jest bajt dziesiąty,
- bajty od jedenastego do czternastego – są niewykorzystane, a ich wartość wynosi 0x00,
- bajt piętnasty (przedostatni) – jest sumą kontrolną, którą wylicza się poprzez zsumowanie bajtów od drugiego do czternastego, a następnie wykonuje na tej sumie operacji modulo 256.

Parametry transmisji, z jakimi jest przesyłana ramka danych określa specyfikacja układu a mianowicie:

- prędkość: 19200 bps,
- brak bitów parzystości,
- 8 bitów danych,
- bit stopu [5].

Do komunikacji procesora z siecią Ethernet zastosowano kartę sieciową Ethernet ENC28j60 [8]. Komunikacja odbywa się przy pomocy magistrali SPI (Serial Peripheral Interface). W realizacji sprzętowej wykorzystano ten, a nie inny układ, gdyż jest on łatwo dostępny, tani oraz istnieje biblioteka autorstwa Guido Socher'a do jego obsługi wydana na warunkach licencji LGPL (GNU Lesser General Public License), dostępna do ściągnięcia z witryny tuxgraphics.org. Karta sieciowa jest podłączona do układu przy pomocy 4 linii mikrokontrolera: MOSI, MISO, SCLK oraz SS. Linia MOSI (połączona z wyjściem SO) odpowiedzialna jest za odbieranie danych z układu podrzędnego (karty sieciowej), natomiast linia MISO (połączona z wejściem SI) odpowiedzialna jest za przesyłanie danych do karty sieciowej. Linia SCK jest sygnałem zegarowym generowanym przez układ mikrokontrolera. Wyjście ~SS jest tzw. wyjściem typu Chip Select, które pozwala do jednej magistrali podłączyć wiele układów peryferyjnych i bezproblemowo komunikować się z każdym z nich. Zegar taktowany jest przez zewnętrzny rezonator kwarcowy podłączony do układu, o wartości 25 MHz. Dodatkowo do poprawnego działania układu wraz z mikrokontrolerem wykorzystano wyjście odpowiedzialne za przerwanie, które jest przełączone do jednej z nóżek układu ATmega32, który reaguje na wysyłane przerwania przez układ karty sieciowej i wspomaga pracę układu karty sieciowej [5].

Do mikrokontrolera podłączony jest ekran LCD przy wykorzystaniu czterech linii danych odpowiedzialnych za przesyłanie znaków i komend do sterownika oraz trzech linii sterujących odpowiedzialnych za poprawną komunikację mikrokontrolera ze sterownikiem. Ekran podczas inicjalizacji jest ustawiany w 4-bitowy tryb przesyłania danych. Za jego wykorzystaniem przemawia ilość wymaganych połączeń, których ilość spada z wymaganych jedenastu w trybie 8-bitowym do siedmiu w trybie 4-bitowym. Ekran może być sterowany przy pomocy wybranych portów wejścia i wyjścia mikrokontrolera. Do tego celu wykorzystane zostały wejścia i wyjścia portu A mikrokontrolera.



Rys.1. Schemat hardwarowej części systemu [5]

### 3.2 Komunikacja między aplikacją internetową a układem

Komunikacja pomiędzy aplikacją monitorującą a urządzeniem rejestrującym wjazd i wyjazd z parkingu, odbywa się za pomocą sieci Ethernet, w oparciu o protokół HTTP. Urządzenie sprzętowe, podczas wjazdu lub wyjazdu czytuje identyfikator karty. Następnie identyfikator jest przesyłany do aplikacji monitorującej, która sprawdza poprawność identyfikatora przesyłanej karty.

Format przesyłanej odpowiedzi z aplikacji internetowej jest uwarunkowany ograniczeniami sprzętowymi wykorzystanego mikrokontrolera. W tym przypadku, przede wszystkim od rozmiaru pamięci operacyjnej RAM, która wynosi tylko 2 kB. Do opisu odpowiedzi można by było wykorzystać format XML, lecz długość przesyłanej ramki ulega w takiej sytuacji znacznemu wydłużeniu. Format XML jest opatrzony w tagi, które nie przenoszą żadnych danych, lecz tylko formatują przesyłaną wiadomość, aby została poprawnie odczytana przez klienta. W zaproponowanej aplikacji monitorującej parking samochodowy, postać przesyłanej wiadomości wynika z możliwych zdarzeń. W zależności od sytuacji, w jakiej znajduje się urządzenie, a mianowicie czy następuje wjazd na parking czy wyjazd, wyróżniono następujące odpowiedzi:

- jeśli urządzenie pracuje w trybie „bramy wjazdowej” to otrzymuje odpowiedź z serwera w postaci numeru miejsca, jaki ma być wyświetlony użytkownikowi korzystającemu z parkingu. Przykładowa odpowiedź z serwera może być następująca:

Place: 55;

Urządzenie informuje użytkownika o tym, jakie miejsce ma zająć na parkingu. W tym przypadku poprawnie przydzielonym, przez system monitorujący, miejscem parkingowym jest miejsce o numerze 55.

- jeśli urządzenie pracuje w trybie „bramy wyjazdowej” nie oczekuje odpowiedzi od serwera z parametrem w postaci miejsca, tak jak w poprzednim przypadku. Potrzebna jest jedynie informacja o tym, czy wyjazd z parkingu został pozytywnie odnotowany przez system monitorujący. Aplikacja zwraca do urządzenia potwierdzenie wyjazdu.

OK;

- może się zdarzyć, że wystąpi sytuacja wyjątkowa nieinterpretowana przez system. Aplikacja monitorująca przesyła do urządzenia informację o zaistniałym błędzie. Użytkownik na wyświetlaczu widzi numer zaistniałego błędu.

Error: 0;

Sytuacje wyjątkowe zwane nieprzewidywalnymi występują bardzo często i w każdej aplikacji musi być wbudowany mechanizm ich obsługi. W przypadku urządzenia kontrolującego ruch na parkingu samochodowym, konieczna jest ich kontrola oraz obsługa by nie dopuścić do ustawienia kolejki do wjazdu lub wyjazdu. By uniknąć nieoczekiwanego działania aplikacji w systemie monitorującym zdefiniowano kilka możliwych sytuacji. Podczas pracy urządzenia w trybie „bramy wjazdowej” może dojść do następujących sytuacji:

- może nastąpić wjazd na parking za pomocą karty, której identyfikator był został odnotowany w bazie danych a nie nastąpił wyjazd samochodu z tą kartą. Taką sytuację aplikacja monitorująca traktuje, jako błąd, co oznajmia użytkownikowi próbującemu dokonać wjazdu na parking w postaci komunikatu wyświetlanego na ekranie LCD: „User on parking”,
- może nastąpić próba wjazdu na parking za pomocą karty, której identyfikator nie jest odnotowany w bazie danych, jako upoważniony do wjazdu na ten parking. Przykładowo użytkownik mógł pomylić karty wjazdowe. Taką sytuację aplikacja również uważa za błąd. Użytkownik dokonujący wjazdu na parking otrzymuje komunikat na ekranie LCD w postaci: „User not found”,
- nie wszystkie sytuacje wyjątkowe są niepożądane. Podczas wjazdu czytnik może odczytać kartę uprawnioną. Dla przesyłanego identyfikatora karty, odpowiedź będzie zawierać numer miejsca, jakie ma zająć użytkownik dokonujący wjazdu na parking. Urządzenie informuje o tym wyświetlając na ekranie LCD odpowiedni komunikat, np. „Zajmij msc.: 55”.

Jeżeli urządzenie pracuje w trybie „bramy wyjazdowej” to również może dojść do kilku sytuacji, przykładowo:

- podczas wyjazdu pojazdu może okazać się, że karta użytkownika nie zostanie odnaleziona w bazie danych. Urządzenie wyświetli na ekranie LCD komunikat „User not found” i w konsekwencji bramka nie otworzy się,
- może zdarzyć się, że nastąpi próba rejestracji wyjazdu z parkingu kartą bez poprzedniej rejestracji nią wjazdu na parking. Takie sytuacje są realne w przypadku posiadania przez kierowców kilku kart uprawniających do wjazdu. Użytkownik próbujący opuścić parking jest informowany o tym poprzez komunikat „User not on parking”,
- najbardziej pożądaną sytuacją jest odczyt karty, która przy wejździe została odnotowana przez urządzenie i w tym momencie następuje opuszczenie parkingu przez uprawnionego użytkownika. Również standardowa sytuacja jest zaopatrzona odpowiednim komunikatem. Użytkownik wyjeżdżając na ekranie LCD widzi komunikat o następującej treści: „Dziękujemy!”.

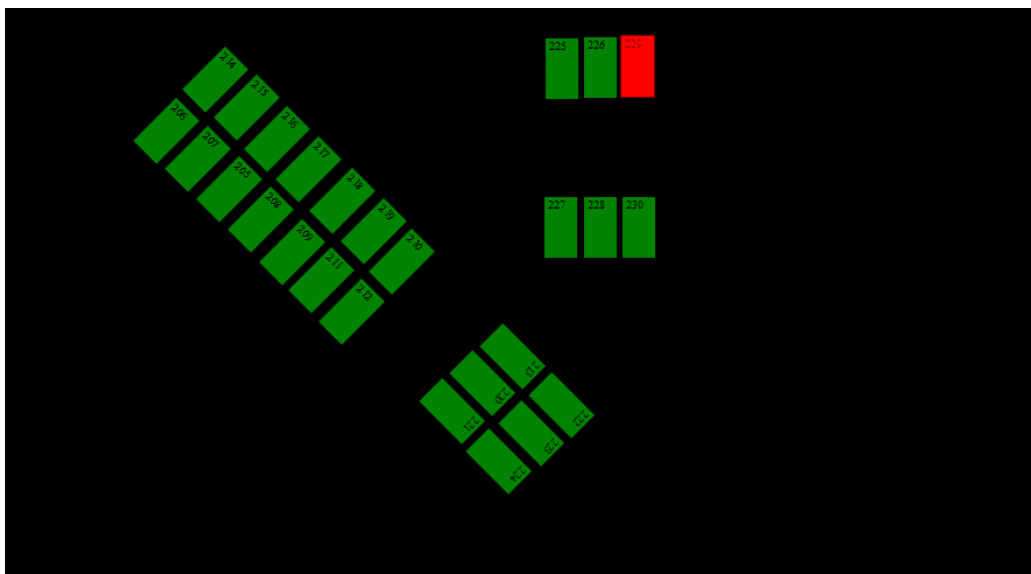
### 3.3 Aplikacja internetowa

Aplikacja internetowa jest obsługiwana przez określoną liczbę pracowników. Każdy z pracowników posiada własne konto w systemie, z unikalnym loginem oraz hasłem. Jest przewidziane jedno konto z rozszerzonymi uprawnieniami i dostępem do panelu administracyjnego, pozwalającego na zakładanie kolejnych kont. Po zalogowaniu użytkownik widzi informacje o swoim koncie oraz ma do dyspozycji kilka opcji. Do monitorowania parkingu musi skorzystać z zakładki „Monitorowanie”, która znajduje się w obszarze nawigacyjnym aplikacji. Rysunek 2 prezentuje wygląd kategorii „Monitorowanie” wraz z obszarem nawigacyjnym, który znajduje się w górnej części aplikacji.



Rys.2. Strona główna aplikacji [5]

Aplikacja pozwala na monitorowanie jednocześnie kilku parkingów. W celu przejścia do konkretnego parkingu, należy najpierw wybrać z listy interesujący parking a następnie jego poziom. Po dokonaniu wyboru pracownikowi ukazuje się strona z symboliczną mapą parkingu, obrazująca rozkład miejsc na parkingu oraz ich stan odnotowany różnymi kolorami. Kolorem zielonym są oznaczane miejsca wolne, natomiast czerwonym miejsca zajęte. Na Rysunku 3 pokazana jest przykładowa mapa monitorowanego parkingu.



Rys. 3. Mapa monitorowania parkingu [5]

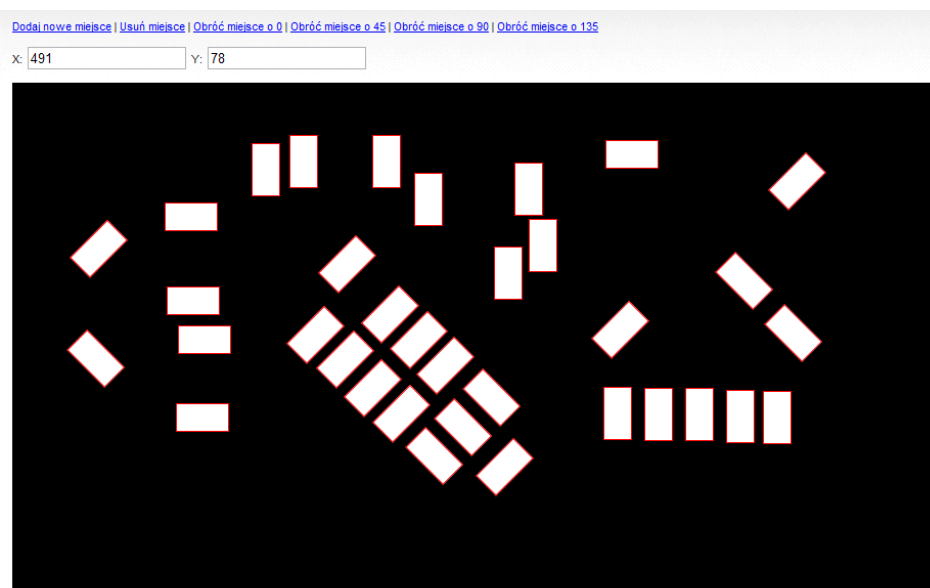
Systemy zbliżeniowe zastosowane na parkingach przyzakładowych dyscyplinują użytkowników do przestrzegania określonych godzin pracy i rejestrują rzeczywisty czas pracy. Wszystkie wjazdy i wyjazdy z parkingu są rejestrowane przez system. Dzięki czemu można określić rozpoczęcie i zakończenie czasu pracy, wyjście oraz powrót służbowy, jak również wszelkie wyjścia i powroty prywatne. Zastosowanie takiego systemu może przyczynić się do zwiększenia dyscypliny oraz redukcji kosztów w każdej firmie. Dodatkowo umożliwia swobodne dysponowanie swoim parkingiem i blokowanie dostępu dla użytkowników nieuprawnionych.

Aplikacja pozwala na sporządzenie pełnej historii operacji wraz z zajęтым lub zwolnionym przez użytkownika miejscem oraz dokładną godziną i datą operacji. W zakładce „Historia” pracownik może obejrzeć całą historię operacji, które są dzielone na kolejne podstrony. Wpisy są prezentowane od najnowszego do najstarszego, na jednej stronie wyświetlanych jest 30 ostatnich wyników dla zapewnienia czytelności całej historii. Rysunek 4 przedstawia tabelę prezentującą wpisy z przykładowej historii operacji na parkingu.

Nr. miejsca	Użytkownik	Operacja	Data/czas
56	admin	Wjazd	07:38:32 29.11.2011
106	uzytkownik	Wjazd	07:38:27 29.11.2011
106	uzytkownik	Wyjazd	07:38:08 29.11.2011
56	admin	Wyjazd	07:38:02 29.11.2011
62	admin	Wjazd	06:31:11 29.11.2011
86	uzytkownik	Wjazd	06:31:07 29.11.2011
86	uzytkownik	Wyjazd	06:30:52 29.11.2011
62	admin	Wyjazd	06:30:42 29.11.2011
70	admin	Wjazd	06:30:24 29.11.2011
56	uzytkownik	Wjazd	06:30:04 29.11.2011
56	uzytkownik	Wyjazd	08:48:54 28.11.2011
70	admin	Wyjazd	08:48:45 28.11.2011

Rys. 4. Historia operacji na parkingu [5]

System pozwala również pracownikowi, z prawami administratorskimi, na stworzenia nowego parkingu oraz edycję już istniejącego, w zakładce „Edycja map”. Jest to bardzo przydatna opcja, ponieważ firma może wydzierżawić lub wybudować nowy parking, który trzeba będzie objąć monitoringiem. Może również zaistnieć konieczność wyznaczenia alternatywnych miejsc parkowania. Na każdym parkingu są rysowane miejsca dla kadry zarządzającej lub dla gości czy pojazdów specjalnych. Rysunek 5 zawiera panel do edycji lub dodawania map do parkingów.



Rys. 5. Panel edycji map [5]

Panel edycji map umożliwia tworzenie nowych oraz usuwanie już istniejących miejsc parkingowych. Dodatkową funkcjonalnością jest możliwość obracania wybranego miejsca o 45, 90 lub 135 stopni, co pozwala na stworzenie każdego popularnego ułożenia miejsc na parkingu.

#### 4. WNIOSKI

System informatyczny do optymalizacji wykorzystania zasobów miejsc parkingowych może być wdrożony w wielu przedsiębiorstwach i przynieść im wymierne korzyści. Zakres wdrożonych funkcjonalności powinien być uzasadniony, z jednej strony realnymi potrzebami w tym zakresie, z drugiej rachunkiem ekonomicznym. Również moment podjęcia decyzji o zakupie i wdrożeniu takiego systemu powinien być przemyślany. Głównym argumentem przemawiającym za posiadaniem takiego systemu jest bardzo niski koszt wdrożenia, praktycznie bez konieczności zwiększania liczby zatrudnionych pracowników i dodatkowych szkoleń pracowników obsługujących system. Ważnym argumentem jest to, że system informatyczny pozwoli znacznie skrócić czas związany z poszukiwaniem miejsc parkingowych i poprawi samopoczucie pracowników oszczędzając ich czas. Kolejnym równie ważnym argumentem jest automatyczna kontrola stanu parkingu pozwalająca zapobiegać wzajemnym zblokowanym. System pozwoli również na ewidencjonowanie obecności pracowników oraz ewentualne wyjścia w godzinach pracy. Na podstawie historii parkowania można przygotować obciążenia parkingu i ewentualne opcjonalne wykorzystanie zapobiegając „pustostanom”.

Artykuł powstał w ramach pracy badawczej S/WI/5/08.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://dejw.pl/oferta/sygnalizacja-zajetosci-parkingu.html>
- [2] <http://www.polchip.com.pl/index.php?id=89>
- [3] [http://systemy-parkingowe.pl/systemy\\_zajetosci\\_parkingu.php](http://systemy-parkingowe.pl/systemy_zajetosci_parkingu.php)
- [4] <http://www.vipark.pl/>
- [5] Poskrobko J.: *Internetowa aplikacja monitorowania parkingu samochodowego*, praca dyplomowa inżynierska, promotor Eugenia Busłowska, obroniona 04.02.2012 na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej.
- [6] Atmel: ATMega32, Atmel Corporation 2002.
- [7] <http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>
- [8] Kardaś M.: *Mikrokontrolery AVR język C podstawy programowania*, W ATNEL, 2011.